

---

# **Weitergehende Auswertung von Tidekurven und deren Standardisierung**

**bearbeitet vom LAWA-Arbeitskreis "Küstenhydrologie"**

**Stand 1999**

Herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)  
Vorsitz: Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern

1. Auflage: Schwerin, April 2001

Für den Druck wurde Recyclingpapier sowie umweltfreundliches, chlorfrei gebleichtes Papier verwendet.

Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Die vorliegende Veröffentlichung ist zu einem Preis von 15,- DM zu beziehen über den:

Kulturbuchverlag Berlin GmbH

Sprosserweg 3, 12351 Berlin

Tel.: 030 / 661 8484; Fax: 030 / 661 7828

Internet: <http://www.kulturbuch-verlag.de>

e-mail: [kbvinfo@kulturbuch-verlag.de](mailto:kbvinfo@kulturbuch-verlag.de)

ISBN - Nr.: 3-88961-235-0

An der Erstellung dieser Empfehlung haben mitgewirkt:

Dipl.-Ing. Benn	Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek
Dipl.-Ing. Berendt	Strom- und Hafengebäudeamt, Hamburg
Dipl.-Ing. Blasi, MSc, DIC	Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
Dipl.-Ozeanograph Boehlich	Bundesanstalt für Wasserbau Dienststelle Hamburg
BOR Eckhold	Wasser- und Schifffahrtsamt, Emden
Dipl.-Ing. Götschenberg	Wasser- und Schifffahrtsamt, Wilhelmshaven
Dipl.-Ing. Neemann	Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord, Kiel
Dipl.-Ing. Niemeyer	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie - Forschungsstelle Küste -, Norderney
ORR Stigge	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Rostock
Als Gast: Reg.-Dir. a.D. Annutsch	vormals Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg

## 4 Inhaltsverzeichnis

### Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	6
<b>2.</b>	<b>Parameter</b> .....	6
<b>3.</b>	<b>Weitergehende Standardisierung der Parameter</b> .....	7
	3.1 Allgemeines .....	7
	3.2 Tidemittelwasser .....	7
	3.3 Über-/Überschreitungsdauer und Über-/Überschreitungshäufigkeit .....	8
	3.4 Steig- und Fallgeschwindigkeit .....	9
	3.5 Eintrittszeitdifferenz des Thw/Tnw zum Durchgang des Mondes durch einen Bezugsmeridian .....	10
<b>4.</b>	<b>Analyse der Tidekurvenform</b> .....	10
	4.1 Tidewellenlinien .....	10
	4.2 Mittlere Tidekurve .....	11
	4.2.1 Historische Verfahren .....	11
	4.2.2 Empfohlenes Verfahren .....	12
	4.3 Gezeitenanalyse .....	12
	4.3.1 Das Harmonische Verfahren .....	12
	4.3.2 Das Nonharmonische Verfahren .....	14
	4.3.3 Der Gesamtansatz .....	14
	4.4 Stauanalyse .....	15
	4.5 Fülligkeit .....	15
<b>5.</b>	<b>Datenqualität</b> .....	16
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	17
<b>7.</b>	<b>Literatur</b> .....	18

### Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1	Berechnungsschema Einzeltide .....	7
Abb. 3.3-1	Über- und Überschreitungsdauer .....	8
Abb. 3.4-1	Steig- und Fallgeschwindigkeit .....	9
Abb. 3.5-1	Eintrittszeitdifferenz des Thw/Tnw zum Durchgang des Mondes durch einen Bezugsmeridian .....	10
Abb. 4.1-1	Tidewellenlinien .....	11
Abb. 4.3-1	Das Harmonische Verfahren .....	13
Abb. 4.4-1	Staukurve .....	15

In gezeitenbeeinflussten Gewässern ist die Tide das kennzeichnende Merkmal des Wasserstandes. Während im offenen Meer die Tidekurve eine nahezu reine Sinuskurve ist, wird ihre Form in der Nähe der Küsten und in den Tideflüssen durch verschiedene Faktoren beeinflusst und verändert.

Für alle, die mit Aufgaben im Küsteningenieurwesen betraut sind, ist die Tidekurve eine elementare Grundlage für die Beantwortung fast aller wasserwirtschaftlicher und wasserbaulicher Fragestellungen. Zu den bekannten Nutzungsansprüchen sind in jüngster Zeit auch ökologische Fragestellungen hinzugekommen. Aus den verschiedenen Aufgaben heraus haben sich aufgabenorientierte Methoden mit teilweise regionalen Schwerpunkten zur Untersuchung und zum weiteren Erkenntnisgewinn entwickelt.

Während die analoge Aufzeichnung für die weitere Bearbeitung nachträglich digitalisiert werden muß, ist es mit Einführung der modernen Informationstechnologie möglich, Wasserstandsdaten (Tidekurven) digital aufzuzeichnen. Somit können die über die gesamte Tidekurve vorliegenden Informationen leicht für weitergehende Auswertungen verwendet werden.

Die Nutzung dieser Möglichkeiten unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Methoden ist Sinn dieser Empfehlung. Nur bei Verwendung von einheitlichen Methoden sind die Ergebnisse der Auswertungen vergleichbar. Damit ist sichergestellt, daß auch für ökologische Fragestellungen die gleichen Auswertemethoden von den benachbarten Disziplinen herangezogen werden können.

## 1. Einleitung

Tidekurven als Ganglinien des Wasserstandes in gezeitenbeeinflussten Gewässern werden für wasserwirtschaftliche und wasserbauliche Aufgaben, für Schiffsfragen, im Bereich der Ökologie und in jüngerer Zeit verstärkt auch für die Frage der Meeresspiegeländerung benötigt.

Das traditionelle Verfahren zur Gewinnung und Speicherung von Tidekurven besteht in der analogen Aufzeichnung auf Pegelbögen. Ihre Auswertung erfolgt in der Regel nur in bezug auf die Scheitelwerte. Weitergehende Auswertungen der gesamten Tidekurve blieben aufgrund des hierfür erforderlichen großen Aufwandes zumeist auf Einzeluntersuchungen beschränkt. Zudem wurden, um den Datenumfang in bewältigbarem Umfang zu belassen, bisher häufig für einige Parameter vereinfachende, von der strengen Definition abweichende Berechnungsverfahren durchgeführt.

Mit dem Fortschritt in der Informationstechnik ist es möglich, Wasserstandsdaten und damit Tidekurven digital aufzuzeichnen, auszuwerten und darzustellen. Der Datenumfang bildet dabei immer weniger einen limitierenden Faktor bei der Datenspeicherung und -verarbeitung. Es müssen dazu Kriterien entwickelt werden, wie Aufzeichnungslücken sowohl bei Einzeltiden als auch im Jahresgang und numerische Ausreißer bei der Berechnung zu behandeln sind. Einen Beitrag hierzu liefern die „Empfehlungen zum Schließen von Lücken in Wasserstandsganglinien des Tideaußengebietes“ (LAWA, 1998).

Zeitgleich mit der technischen Verbesserung der Wasserstandsaufzeichnung stieg u. a. aufgrund des gestiegenen Umweltbewußtseins der Bedarf solcher Daten stark an, die daraus abgeleitet werden können.

Ziel der vorliegenden Empfehlung ist es, zum einen, einen Überblick über die Kennwerte und ableitbaren Größen zu geben, die aufgrund der Tatsache, daß Tidekurven digital vorliegen, wesentlich leichter und schneller berechnet werden können. Zum anderen soll für abgeleitete Größen und Darstellungen eine Vereinheitlichung angestrebt werden, damit die Ergebnisse von verschiedenen Untersuchungen und Berechnungen miteinander verglichen

werden können.

Die Auswertung im Sinne einer gewässer-kundlichen Statistik, wie sie der Stammtext der Pegelvorschrift vorschreibt, ist nicht Gegenstand der vorliegenden Empfehlung. Hier ist auf die bekannten mathematischen Verfahren, wie z. B. zur Berechnung der Hauptwerte, zurückzugreifen.

Zum Schluß sollen darüber hinaus Hinweise gegeben werden, mit denen die Ergebnisse, die aufgrund der rechnergestützten Ermittlung scheinbar mit jeder beliebigen Genauigkeit erzeugt werden können, vor dem Hintergrund der ihnen anhaftenden Unsicherheiten eingeordnet werden können.

## 2. Parameter

Eine Tidekurve stellt die Verbindung der Folge von Punkten mit den Koordinaten Zeit und Wasserstandshöhe dar, aus denen sich dementsprechend Parameter der Zeit, der Höhe und, daraus abgeleitet, der Geschwindigkeit gewinnen lassen.

Die Tatsache, daß Tidekurven in digitaler Form vorliegen, bedeutet jedoch nicht, daß dadurch grundsätzlich neue oder andere Daten ermittelt werden können. Insofern enthalten die Tabelle „Verwendete Größen und Begriffe“ sowie Abb. 2-1 eine Zusammenstellung der aus Tidekurven auch bisher ableitbaren Parameter.

Die dort genannten Parameter gestatten Aussagen zum Wasserstandsgeschehen und zur Tidedynamik sowie zu deren Änderungen für einzelne Pegel. Zusätzliche Einblicke in das Systemverhalten ermöglicht die Darstellung der meisten dieser Parameter in Längsschnitten z. B. entlang einer Küste oder in einem Tidefluß oder in flächenhaften Darstellungen.

Weitere Erkenntnisse können bei der Wasserstandsanalyse durch die Einbeziehung anderer Parameter wie z. B. den Oberwasserzufluß in Tideflüssen, Eisverhältnisse, Mondphasen oder dem Schließen von Sperrwerken gewonnen werden. Die Analyse der Form der Tidekurven ist umfassend erst möglich, wenn diese digital vorliegen.

Verwendete Größen und Begriffe		
Parameter	Zeichen	Definition/ Hinweise in
Tidehochwasser	Thw	2, 3
Tideniedrigwasser	Tnw	2, 3
Tidehub	Thb	2, 3
Tidehalbwasser	$T_{1/2w}$	2, 3
Tidemittelwasser	Tmw	2, 3, A 3.2
k-Wert	k	A 3.2
Tidestieg	TSt	2, 3
Tidefall	TFa	2, 3
Tidehochwasserzeit		2, 3
Tideniedrigwasserzeit		2, 3
Tidedauer	$T_T$	2, 3
Flutdauer	$T_F$	2, 3
Ebbdauer	$T_E$	2, 3
Verhältniswert Flut- zu Ebb- dauer	$T_F:T_E$	
Steiggeschwindigkeit	TvSt	A 3.4
Fallgeschwindigkeit	TvFa	A 3.4
Eintrittszeitdifferenz des Thw/Tnw zu Referenzpe- gel (Laufzeit)	$Ed_{Thw}/$ $Ed_{Tnw}$	3
Niedrigwasserintervall/Hoch- wasserintervall (Eintritts- zeitdifferenz des Tnw bzw. Thw zu einem Meri- dian-Durchgang des Mondes)	NWI/ HWI	4, A 3.5
Überschreitungsdauer	ÜDa	1, 3, A 3.3
Unterschreitungsdauer	UDa	1, 3, A 3.3
Überschreitungshäufigkeit	ÜHa	3, A 3.3
Unterschreitungshäufigkeit	UHa	3, A 3.3
Fälligkeit		A 4.5

1: DIN 4049-1, 2: DIN 4049-3, 3: Pegelvorschrift,  
4: Gezeitentafeln, A: Abschnitt in diesem Papier  
Ein der Bezeichnung vorangestelltes „M“ verweist auf  
mittlere Verhältnisse (Bsp: MThb = mittlerer Tidehub)

### 3. Weitergehende Stan- dardisierung der Para- meter

#### 3.1 Allgemeines

Ausgangspunkt aller Berechnungen ist die Tide. Die hier beschriebene weitergehende Berechnung von Parametern schließt sich an die in der Pegelvorschrift genannten Ermittlungen an, so daß auch die dort gegebene Definition der Tide und deren Zuordnung hier übernommen wird: Eine Tide wird zeitlich durch zwei aufeinander folgende Tideniedrigwasser begrenzt. Sie ist dem Zeitabschnitt zuzuordnen, in dem ihr Tidehochwasser liegt.

#### 3.2 Tidemittelwasser

Tidemittelwasser ist definiert als der Wasserstand der waagerechten Schwerelinie einer Tidekurve. Für das mittlere Tidemittelwasser sind international die Begriffe Mean Water Level (MWL) oder Mean Sea Level (MSL) gebräuchlich.

Die Ermittlung des Tmw bzw. des MTmw ist bei analog aufgezeichneten Tidekurven im strengeren Sinn der Definition wegen des großen Aufwandes kaum möglich. Deshalb bediente man sich hierfür vereinfachender Verfahren. Z. B. wurde das MTmw als arithmetisches Mittel von stündlichen Wasserständen berechnet, ein Verfahren, daß aufgrund der groben Auflösung der Tidekurven nur für einen

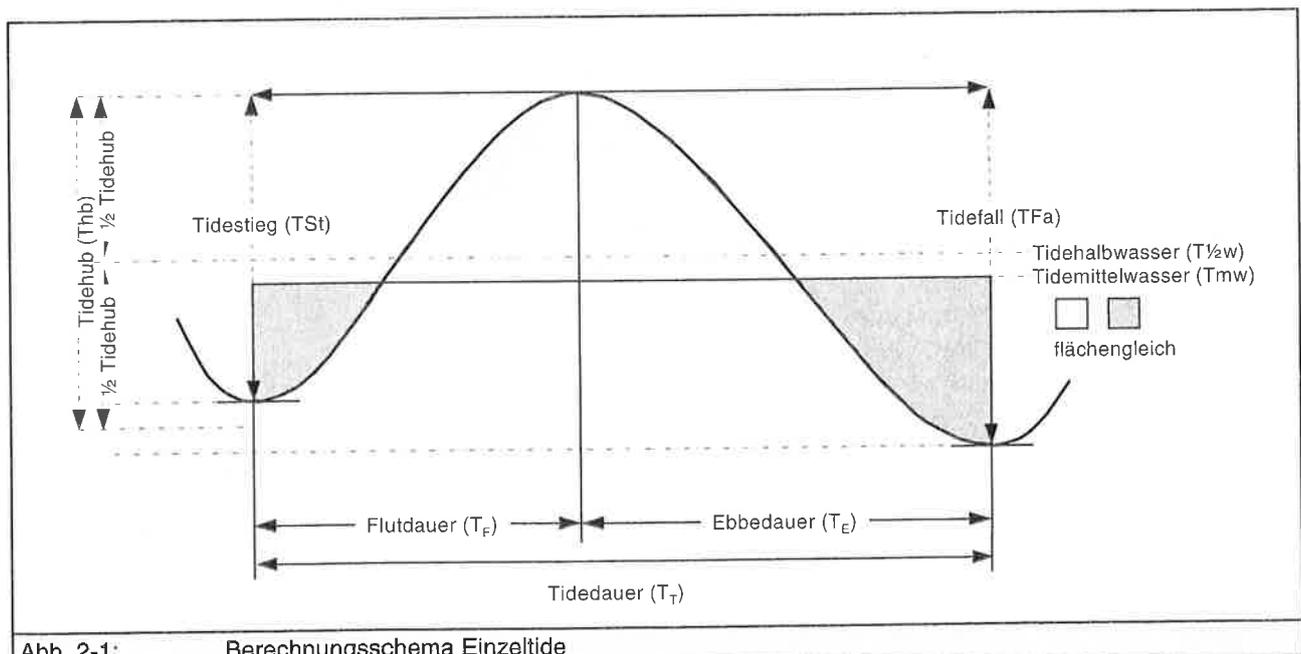


Abb. 2-1: Berechnungsschema Einzeltide

hinreichend langen Zeitabschnitt (mind. ein Jahr) zulässig ist.

Mit dem Vorliegen von digitalen Tidekurven hoher Auflösung (10-Minuten- bis 1-Minuten-Mittelwerte) ist es möglich, das  $T_{mw}$  routinemäßig für alle Tiden einzeln und daraus ableitend die  $M_{Tmw}$  für entsprechend längere Zeitabschnitte zu berechnen.

Im Zusammenhang mit dem  $M_{Thw}$  und dem  $M_{Tnw}$  dient ein weiterer Parameter, der  $k$ -Wert, zur Beschreibung der Tide:

$$k = \frac{M_{Thw} - M_{Tmw}}{M_{Thb}}$$

Der  $k$ -Wert zeigt als ortsgebundener Parameter die Abweichung des  $M_{Tmw}$  vom Tidehalbwasser. Bei einer mittleren Tide ist der  $k$ -Wert im Zusammenhang mit dem Bezugswert  $M_{Tmw}$  ein zusätzlicher Tideparameter zur Bestimmung des säkularen Meeresspiegelanstiegs aus  $M_{Thw}$  und  $M_{Tnw}$ .

### 3.3 Über-/Unterschreitungs- dauer und Über-/Unter- schreitungshäufigkeit

Bei diesen Auswertungen sind sowohl die Höhen der Tidescheitel als auch die einzelnen Höhen der Ganglinie zu nutzen. Sie können sowohl in feste Klassen (z. B. 20 cm-Stufen) eingeteilt werden, als auch in frei wählbare Stufen und Höhenbereiche. Eine solche Stufe wäre z. B. das  $M_{Thw}$  einer Zeitspanne (Abb. 3.3-1).

Die Überschreitungsdauer eines bestimmten Horizontes ist insbesondere in Gebieten mit eulitoralem und supralitoralem Charakter für ökologische Bewertungen von hoher Bedeutung. Hierbei ist es meist wünschenswert, die Überschreitungsdauer gestaffelt in Klassen über den gesamten Gezeitenbereich quantitativ zu erfassen.

Als Maß für die Dauerwirkung von Sturmfluten kann ebenfalls die Überschreitungsdauer oberhalb bestimmter Horizonte angesehen werden. Geeignete Horizonte sind die unteren Grenzen der Sturmflutklassen nach der DIN 4049-3. Sie stehen beispielsweise in Zusam-

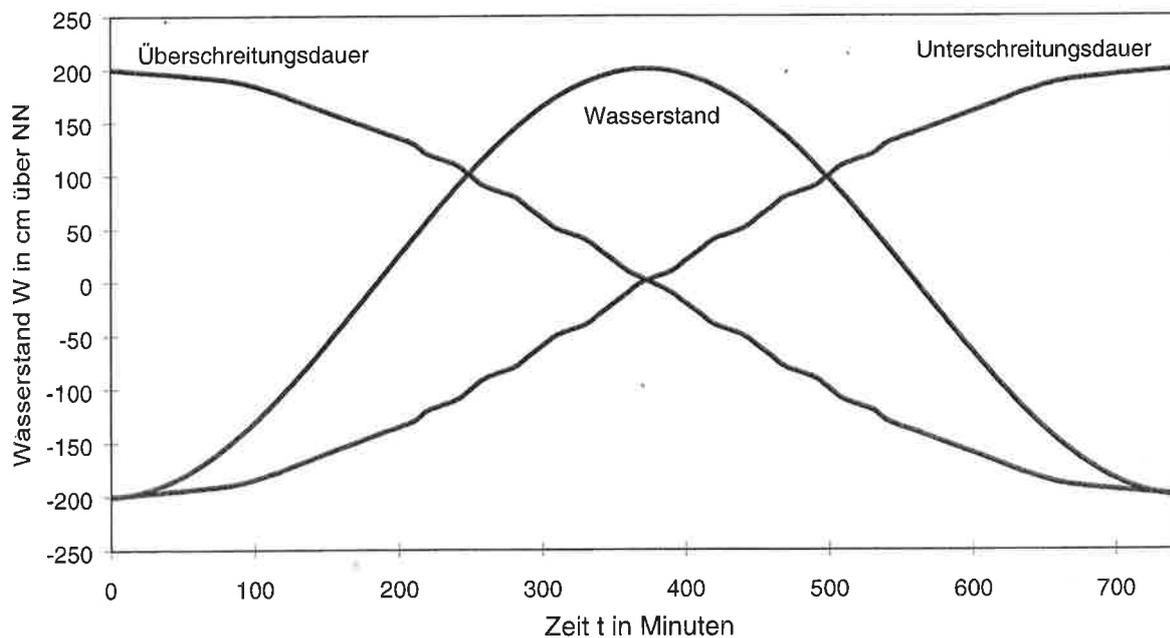


Abb. 3.3-1: Über- und Unterschreitungsdauer

menhang mit den Lagen erosionssensitiver Bereiche wie dem Dünenfuß, der im deutschen Nordseeküstengebiet sich etwa der Lage des unteren Grenzwerts für Windfluten (leichte Sturmfluten) nach der DIN 4049-3 anpaßt. Die Vorgabe von geodätisch festen Höhen ist nicht üblich.

Parallel zur Ermittlung der Überschreitungsdauern können die Häufigkeiten hydrologischer Ereignisse bestimmt werden. Mit deren Hilfe lassen sich Aussagen über Eintrittswahrscheinlichkeiten und Wiederkehrintervalle machen (s. z. B. DYCK, 1980).

### 3.4 Steig- und Fallgeschwindigkeit

Die Steig- und Fallgeschwindigkeit einer Tide wird aus dem Quotient der Differenzen der Tidescheitelhöhen und der Dauer zwischen deren Eintrittszeiten gebildet. Die zeitliche Ableitung der Tideganglinie entspricht dem Verlauf der Steig- und Fallgeschwindigkeit und verfügt über Extremwerte in den Wendepunkten der Wasserstandslinie.

Für eine differenzierte Erfassung des Geschwindigkeitsgangs kann die Kurve in Abschnitte unterteilt werden. Deren Länge ergibt sich aus der jeweiligen Fragestellung, beispielsweise nach der maximalen Geschwindigkeit oder nach Vorgaben zur Steuerung von betrieblichen Anlagen.

Der Zeitschritt sollte zehn Minuten nicht unterschreiten, da sich sonst andere Erscheinungen, wie z.B. Sekundärschwingungen des Seegangs mit abbilden. Bei Zeitschritten ( $\Delta t$ ) von 60 Minuten oder mehr können die Abweichungen gegenüber der Auswertung mit kürzeren Zeitschritten bis zu 50 % betragen (Abb. 3.4-1).

Um Aussagen über Besonderheiten des Stiegs und Falls, wie z.B. beim Überfluten oder Trockenfallen ausgedehnter nahezu ebener Wattbereiche zu erhalten, ist die Ermittlung der Wendepunkte der Tidekurve sinnvoll. Variationen dieses Charakteristikums spiegeln u. a. topographische Änderungen wieder.

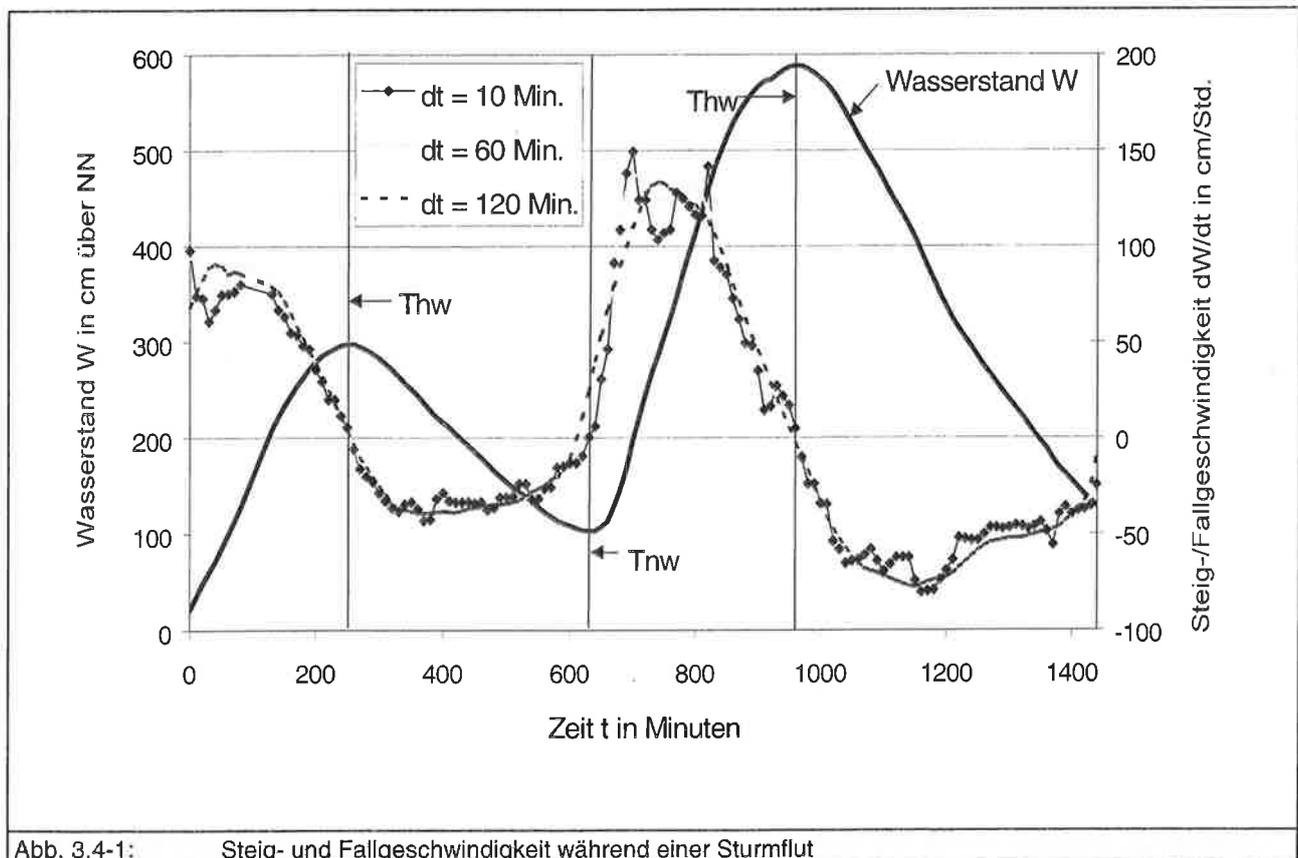


Abb. 3.4-1: Steig- und Fallgeschwindigkeit während einer Sturmflut

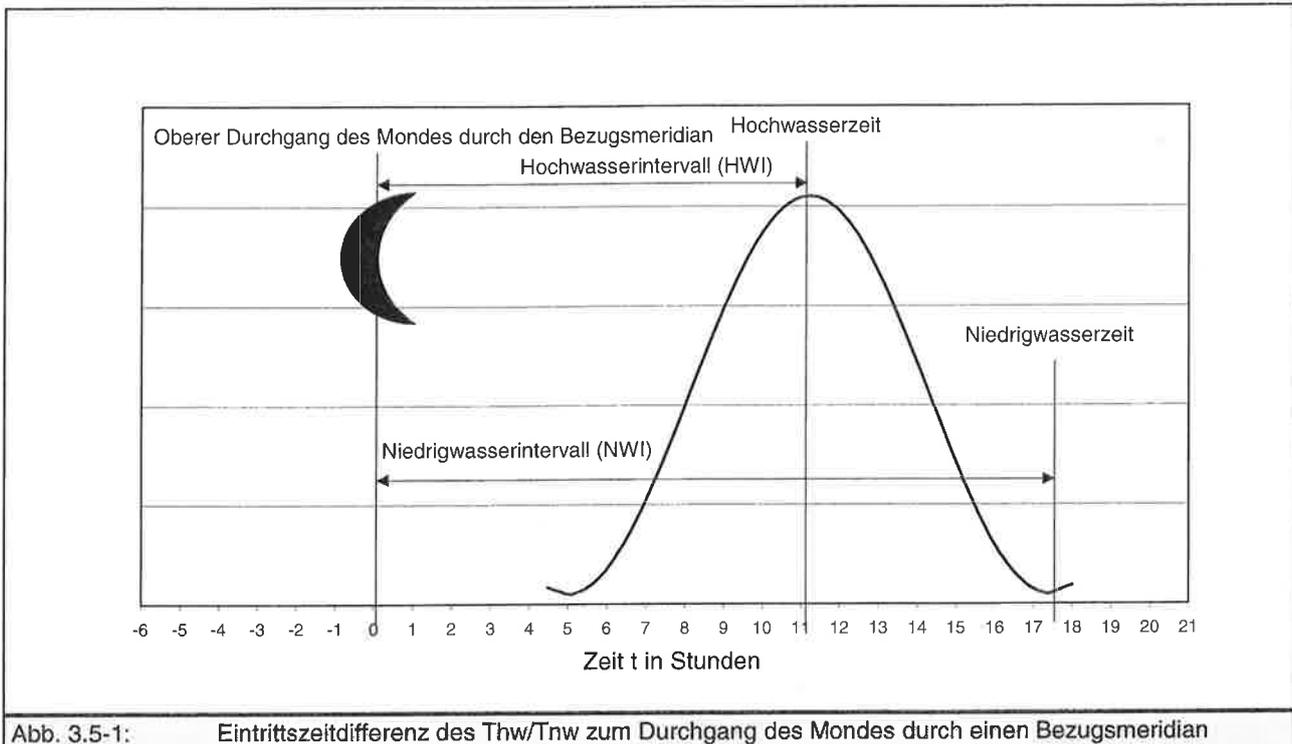


Abb. 3.5-1: Eintritszeitdifferenz des Thw/Tnw zum Durchgang des Mondes durch einen Bezugsmeridian

### 3.5 Eintritszeitdifferenz des Thw/Tnw zum Durchgang des Mondes durch einen Bezugsmeridian

Der Zeitunterschied zwischen dem oberen oder unteren Durchgang des Mondes durch einen bestimmten Meridian und dem nächstfolgenden Tidehochwasser bzw. dem diesem Tidehochwasser folgenden Tideniedrigwasser wird als Eintritszeitdifferenz des Thw bzw. des Tnw oder auch als Hochwasserintervall HWI bzw. Niedrigwasserintervall NWI bezeichnet. Als Bezugsmeridian werden entweder der Ortsmeridian des Pegels oder der Nullmeridian in Greenwich verwendet. Hierbei sind unterschiedliche Zeitzonen zu berücksichtigen. Bei Verwendung des Ortsmeridians als Bezugsmeridian wird die Eintritszeitdifferenz des Tidehochwassers auch als Hafenzzeit bezeichnet.

Die Verwendung des Nullmeridians als Bezugsmeridian ist zu empfehlen, da die so ermittelten Eintritszeitdifferenzen ohne weitere Umrechnungen auch für überregionale Pegelvergleiche (z. B. in entsprechenden Längsschnitten oder Karten) verwendet werden können. Dieses Verfahren bietet gegenüber einem weiteren gebräuchlichen Verfahren, der Bestimmung der Eintritszeitdifferenzen zu einem

Referenzpegel, den Vorteil, auch Aussagen zu Änderungen der Tidedynamik am Referenzpegel selbst treffen zu können.

Angaben zu den Meridiandurchgangszeiten können dem Nautischen Jahrbuch des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) entnommen werden.

## 4. Analyse der Tidekurvenform

### 4.1 Tidewellenlinien

Die einfachste Art der Analyse der Tidekurve ist die Darstellung der gelaufenen Tide. Zur Interpretation der Tidekurvenform können zum Beispiel die vergleichende Darstellung mit mittleren und/oder extremen Tidekurven sowie die Darstellung des Verlaufs einer Tide an mehreren Pegeln entlang einer Küste oder in einem Tidefluß dienen.

Eine komprimierte und daher auch besonders aussagekräftige Form der Darstellung ist mit der Abbildung von Tidewellenlinien in einem Flußlängsschnitt möglich (Abb. 4.1-1). Dazu werden die Wasserstände der einzelnen Pegel über der Kilometrierung in konstanten Zeitintervallen aufgetragen, wobei diese höchstens eine Stunde, besser aber 30 Minuten betragen

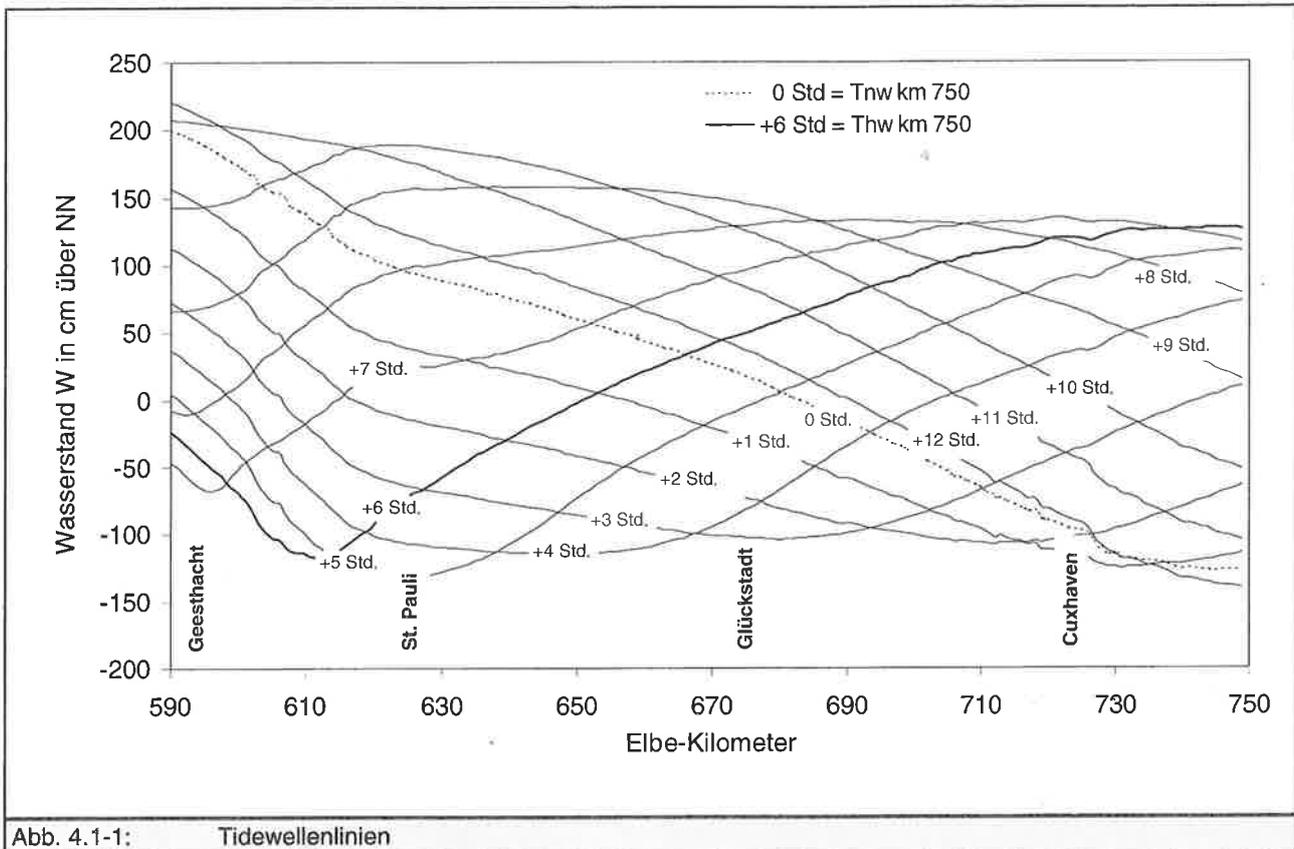


Abb. 4.1-1: Tidewellenlinien

sollen (vgl. Pegelvorschrift, Anlage D, Anhang I, 1995)

Der Vergleich von zeitlich auseinanderliegenden Tidewellenlinien in einem Tidefluß ermöglicht die Beurteilung der Veränderungen der Tidedynamik. Diese können z.B. durch morphologische Veränderungen des Gewässerbettes hervorgerufen worden sein.

### 4.2 Mittlere Tidekurve

Zur Analyse der Tide an einem Pegel werden des öfteren mittlere Tidekurven herangezogen. Weitere Unterteilungen z. B. in mittlere Spring- und Nipptidekurven sind möglich. So einfach die Bezeichnung klingt, so schwierig ist es, aus der analogen Aufzeichnung von Einzeltiden eine mittlere Tidekurve zu gewinnen.

#### 4.2.1 Historische Verfahren

Historisch bedingt wurden verschiedene Verfahren zur Bestimmung der mittleren Tidekurve entwickelt, wie zum Beispiel:

- Auswahl einer tatsächlich gelaufenen Tide, die nur geringe Abweichungen von den

Mittelwerten  $MT_{nw}$ ,  $MThw$ ,  $MT_F$ ,  $MT_E$  aufweist.

- Das  $MT_{nw}$  und das  $MThw$  werden durch Tideäste aus gelaufenen Tiden verbunden, wobei Flut- und Ebbeast von verschiedenen Tiden stammen können.
- In der graphischen Überlagerung von mehreren gelaufenen annähernd mittleren Tiden ( $MT_{nw}$ ,  $MThw$ ,  $MT_F$ ,  $MT_E$ ) werden die obere und die untere Hüllkurve bestimmt und anschließend die mittlere Tidekurve mit Hilfe der mittleren Abstände zwischen diesen Einhüllenden konstruiert.
- 20 Tiden, deren Scheitelwerte ungefähr den mittleren Verhältnissen entsprechen ( $MT_{nw}$ ,  $MThw$ ,  $MT_F$ ,  $MT_E$ ), werden getrennt für Flut und Ebbe in jeweils 12 gleichlange Zeitabschnitte aufgeteilt, für die dann Mittelwerte des Wasserstands gebildet werden (LÜDERS, 1951). Die Mittelwerte werden durch eine Linie zur mittleren Tidekurve verbunden. Abweichend hiervon wurde auch mit einer anderen Zahl von Auswahltiden und einer anderen Auflösung gearbeitet.

## 4.2.2 Empfohlenes Verfahren

Nach DIN 4049-3 ist die mittlere Tidekurve die Ganglinie der arithmetisch gemittelten, sich entsprechenden Wasserstände mehrerer Tidekurven für einen bestimmten Ort und eine bestimmte Zeitspanne. Dieser Definition gemäß wird folgende Vorgehensweise für die rechnergestützte Ermittlung der mittleren Tidekurve empfohlen, die den unterschiedlichen Dauern der Flut- bzw. Ebbephasen der einzelnen Tiden Rechnung trägt:

Es sind für die zu untersuchende Zeitspanne die mittlere Flutdauer  $MT_F$  und die mittlere Ebbedauer  $MT_E$  in Minuten zu bestimmen. Anschließend ist für alle Tiden jeder Flutast (bzw. jeder Ebbeast) in so viele zeitlich gleich lange Abschnitte zu unterteilen, wie es der Anzahl der Minuten  $MT_F$  (bzw.  $MT_E$ ) entspricht. Für jeden Teilungspunkt der einzelnen Tidekurve ist der zugehörige Wasserstand durch Interpolation mit Hilfe der benachbarten Wasserstandswerte zu errechnen. Die arithmetischen Mittel der zu jedem Teilungspunkt gehörenden Wasserstände werden im Minutenabstand aufgetragen und durch eine Linie zur mittleren Tidekurve verbunden.

## 4.3 Gezeitenanalyse

Die Gezeitenanalyse ermöglicht es, Amplituden und Phasen der harmonischen Anteile der Gezeiten zu bestimmen. Sie wird zur Vorausberechnung der Gezeiten, zur Steuerung und Validierung von hydrodynamisch-numerischen Modellen sowie zum Erkenntnisgewinn der Gezeiten benötigt. Zur Analyse der Gezeiten stehen folgende Verfahren zur Verfügung:

- das harmonische Verfahren,
- das nonharmonische Verfahren sowie
- der Gesamtansatz zur Analyse der Gezeiten

Im nachfolgenden werden die einzelnen Verfahren, deren Vor- und Nachteile sowie der Datenbedarf beschrieben.

### 4.3.1 Das Harmonische Verfahren

Die harmonische Analyse der Gezeiten beruht auf einer Zerlegung der gezeitenerzeugenden Kräfte in harmonische (sinusförmige) Glieder, deren Perioden sich aus den Bewegungen des Mondes und der Erde um die Sonne ergeben. Diese Perioden sind für alle Orte auf der Erde die gleichen. Gleichermaßen lassen sich die beobachteten Gezeiten in streng periodische harmonische Teiltiden (Partialtiden) mit ortsabhängigen Amplituden und Phasen (harmonische Konstanten) zerlegen.

Partialtiden, deren Perioden mit denen der gezeitenerzeugenden Kräfte übereinstimmen, werden astronomische Tiden genannt, also auch solche, die direkt durch periodische meteorologische Einflüsse (Jahresgang des Oberwasserzuflusses, Tagesgang des Luftdrucks etc.) bedingt sind. Zusätzlich treten in flacheren Seegebieten, wie beispielsweise der Deutschen Bucht und in den Tidelflächen, harmonische Partialtiden auf, deren Perioden Bruchteile und/oder Kombinationen von Bruchteilen der Perioden astronomischer Partialtiden sind. Sie werden als Seichtwassertiden bezeichnet. Die Anzahl der zu analysierenden Partialtiden ist ortsabhängig. Die Summe aller Partialtiden kennzeichnet den unterschiedlichen Verlauf der Gezeit an den einzelnen Orten. Besonders in Küstennähe können die Amplituden und Phasen der einzelnen Partialtiden zeitlichen Änderungen unterworfen sein.

Allgemein kann gesagt werden, daß, je kürzer die Zeitschritte sind, desto genauer wird das Ergebnis der Analyse. Darüber hinaus ist die Länge des Untersuchungszeitabschnitts von wesentlicher Bedeutung. Er sollte 6 Wochen der halbmonatlichen Ungleichheit (Spring- / Nipptide) wegen nicht unterschreiten. Um auch die langperiodischen Partialtiden einschließlich der Nodaltide analysieren zu können, ist der Untersuchungsabschnitt mindestens über 19 Jahre zu erstrecken. Die Qualität der durchgeführten Analyse läßt sich daran beurteilen, mit welchem mittleren Fehler die beobachtete Gezeit im untersuchten Zeitabschnitt durch Überlagerung der gefundenen Partialtiden bis auf einen aperiodischen Rest dargestellt werden kann (Abb. 4.3-1).

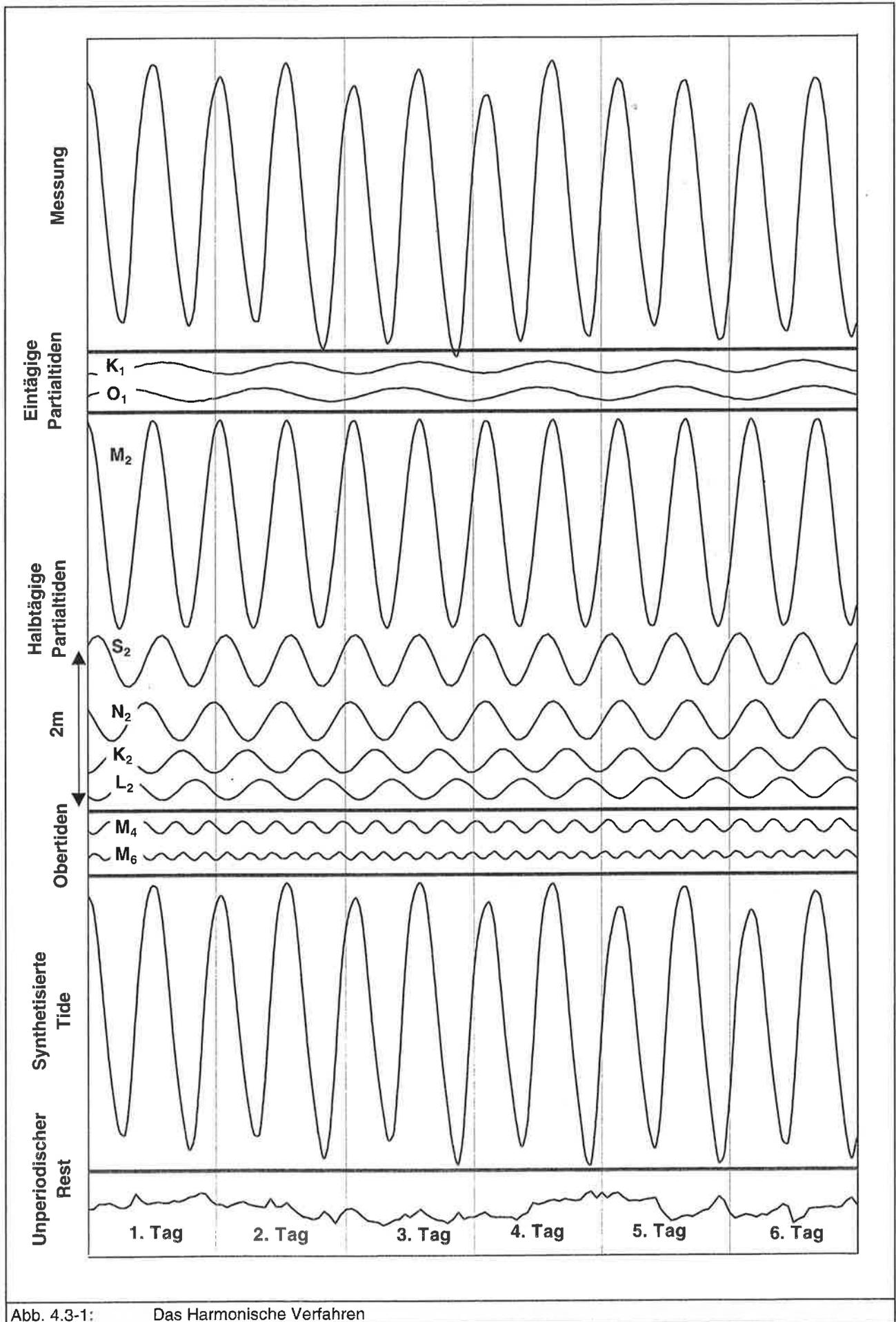


Abb. 4.3-1: Das Harmonische Verfahren

Soweit harmonische Gezeitenkonstanten aus den verschiedenen Seegebieten der Welt bestimmt wurden, werden sie heute im Auftrag des International Hydrographic Bureau (IHB) oder beim Canadian Hydrographic Service in der „IHO Tidal Constituent Bank“ gesammelt. Eine vertiefende Darstellung geben SCHUREMAN (1940) und PANSCH (1988).

### 4.3.2 Das Nonharmonische Verfahren

Das nonharmonische Verfahren stützt sich auf die Beobachtungsreihen von Tidehoch- und Tideniedrigwasserständen sowie deren Eintrittszeiten. Es beschränkt sich auf deren Vorausberechnung in Gewässern mit überwiegend halbtägigen Gezeiten. Hierbei werden die Abweichungen der einzelnen Tidehoch- und Tideniedrigwasserstände sowie der Hoch- und Niedrigwasserintervalle von ihren Mittelwerten bestimmt. Die mittleren Intervalle entsprechen den mittleren Zeitunterschieden zwischen einer Mondkulmination und den darauffolgenden Tidehoch- bzw. Tideniedrigwassern. Die Abweichungen weisen einen fast periodischen Verlauf auf. Sie setzen sich aus vier verschiedenen Ungleichheiten (Teilschwingungen) jeweils in Zeit und Höhe zusammen, die aus hinreichend langen Beobachtungsreihen empirisch abgeleitet werden können. Entsprechend ihrer Abhängigkeit von astronomischen Größen unterscheidet man halbmonatliche, parallaktische, Deklinations- und tägliche Ungleichheiten.

Eine analytisch vollständige Trennung dieser partiellen Ungleichheiten erfordert ebenso wie beim harmonischen Verfahren eine Beobachtungsdauer von mindestens 19 Jahren. Von allen Ungleichheiten haben die halbmonatlichen, die von den Mondphasen abhängen, die größte Bedeutung. Die Mondphasen ihrerseits werden durch die Zeit des Meridiandurchganges des Mondes ausgedrückt. Die halbmonatlichen Ungleichheiten lassen sich bereits aus Beobachtungen nur eines Jahres recht genau bestimmen.

Die Ungleichheiten der Tidehoch- und Tideniedrigwasser in Zeit und Höhe können wie beim harmonischen Verfahren in periodische Glieder zerlegt werden. Die Zusammensetzung dieser Glieder wird als harmonische Darstellung der Ungleichheiten bezeichnet (HORN, 1948).

Dieses Verfahren, das bis heute den amtlichen Gezeitenvorausberechnungen (Thw und Tnw) des BSH zugrunde liegt, gestattet eine Genauigkeit in der Zeit von etwa 5 Minuten und in der Höhe von etwa 1 Dezimeter. Um die gleiche Genauigkeit mit Hilfe des harmonischen Verfahrens zu erreichen, wäre, abhängig vom jeweiligen Pegelstandort, die Verwendung von bis zu 200 Partialtiden notwendig.

Eine Erweiterung in der Anwendung auf andere Punkte der Tidekurven, im Hinblick auf Aussagen über den Verlauf der Tidekurven, ist zwar grundsätzlich möglich, aber mit erhöhtem Datenbedarf verbunden.

### 4.3.3 Der Gesamtansatz

Der Gesamtansatz zur Analyse der Wasserstände basiert im wesentlichen auf dem nonharmonischen Verfahren. Er ist die Erweiterung des nonharmonischen Verfahrens auf gleichabständige Punkte der Tidekurven zwischen Tidehoch- und Tideniedrigwasser, getrennt für Flut und Ebbe, unter Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Tide und meteorologischen Größen. Voraussetzung seiner Anwendbarkeit ist die Kenntnis des Wasserstandsverlaufs in mindestens stündlichen Abständen und den zeitgleich herrschenden stauwirksamen meteorologischen Bedingungen. Wenn auch die langperiodischen Einflüsse erfaßt werden sollen, müssen sich die Beobachtungsreihen auch beim Gesamtansatz über mindestens 19 Jahre (Nodaltide) erstrecken. Untersuchungen haben gezeigt, daß Windstärke und Windrichtung, Luftdruck, zeitliche Änderung des Luftdrucks sowie Wasser- und Lufttemperaturen wesentlichen Einfluß auf die Wasserstandsentwicklung und damit auf die Gestalt der Tidekurven haben. Für die Analyse ist deswegen deren Kenntnis unerlässlich.

Mit Hilfe einer speziellen Regressionsanalyse, die Anfang der 70er Jahre beim BSH entwickelt wurde, lassen sich die ortsabhängig astronomisch und meteorologisch bedingten Anteile der Tidekurve sowie deren Wechselwirkungen miteinander bestimmen.

Der Vorteil dieses Analyseverfahrens liegt darin, daß es einerseits die mit allen anderen Verfahren nicht zu eliminierenden meteorologischen Anteile aus der Tidekurve zu trennen vermag und andererseits deren Einfluß und

Wirkungsweise auf die Gezeit aufzeigt. Damit können sowohl die Gezeitenvorausberechnung als auch die Wasserstandsvorhersagen in Abhängigkeit von der Güte der Wetterprognosen weiter verbessert werden.

Ein Nachteil ist dagegen der Aufwand, der mit der erforderlichen Datenakquisition verbunden ist. Wie bei allen anderen Analyseverfahren auch, wird es notwendig sein, die Analyse in mehr oder weniger kurzen Zeitabständen zu wiederholen, um Veränderungen des Tideverlaufs und/oder der Wirkungen meteorologischer Größen auf den örtlichen Wasserstand feststellen zu können.

Als Referenztide kann eine mittlere Tide gewählt werden. In diesem Fall muß eine Anpassung der mittleren Tide an die tatsächliche Tidedauer vorgenommen werden.

Es ist auch möglich, die mit Hilfe des harmonischen Verfahrens berechenbare jeweilige „astronomische“ (d. h. von aperiodischen, zu meist meteorologischen Einflüssen bereinigte) Tide zugrunde zu legen. Die Wahl der jeweiligen Referenztide hängt vom Anwendungszweck ab. Der Stau für Bemessungswasserstände ist z. B. auf mittlere Tiden zu beziehen; für die Ermittlung des Stauverlaufs ist die astronomische Tide zu bevorzugen.

#### 4.4 Stauanalyse

Die Analyse einer gelaufenen Tide ist auch möglich, indem man ihre Abweichungen von einer vorgegebenen Tide bestimmt. Die Abweichungen in der Höhe werden Stau und die Darstellung ihres zeitlichen Verlaufs Staukurve genannt (Abb. 4.4-1).

#### 4.5 Fülligkeit

Der Begriff „Fülligkeit“ von Sturmfluten wird in qualitativer Form als Maß für die überdurchschnittliche Dauer erhöhter Wasserstände gebraucht. Eine dem Phänomen gerecht werdende quantitative Definition existiert nicht. Der Begriff geht zurück auf die von HENSEN (1963) eingeführte Hervorhebung der Fülligkeit von auf mittlere Tiden bezogenen Staukurven,

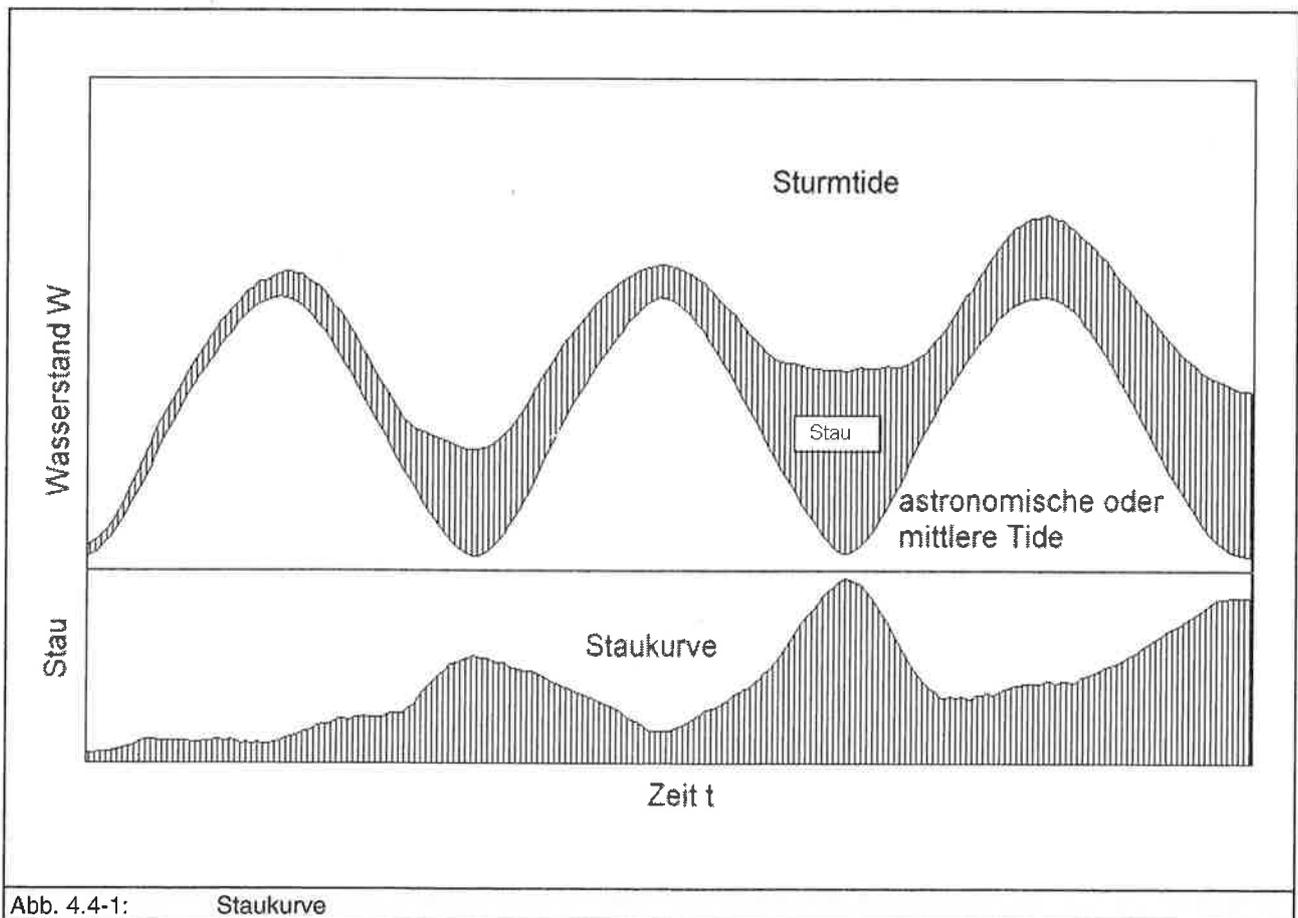


Abb. 4.4-1: Staukurve

für die SIEFERT (1997) folgende quantitative Grenzbedingungen vorgibt:

Dauer	$\geq 10$ h (bei Stau > 100 cm)
Steiggeschwindigkeit	$\leq 25$ cm/h (bis Staumaximum)
Fallgeschwindigkeit	$\leq 50$ cm/h (ab Staumaximum)

Es wird empfohlen, die Verwendung des Begriffes Fülligkeit auf Staukurven von Sturmfluten im Sinne der vorgenannten Grenzbedingungen zu beschränken. Ansonsten wird empfohlen, die Dauerwirkung von Sturmfluten mit der Überschreitungsdauer der Grenzwasserstände der Sturmflutklassen nach DIN 4049 zu quantifizieren.

Der Begriff „Fülligkeit“ für Normaltiden ist ebenfalls ohne faßbare Definition gebraucht worden, wobei zumeist auf die Asymmetrie der Tide abgezielt wurde, die von hoher Bedeutung für das Strömungsregime und beispielsweise ein Indikator für ausbaubedingte Änderungen im Fahrwasser ist. Als hinreichender Indikator für den Grad der Asymmetrie kann das Verhältnis von Ebbe- und Flutdauer bzw. von Steig- und Fallgeschwindigkeit angesehen werden.

## 5. Datenqualität

Die digitale Wasserstandsdatenerfassung und -auswertung erlaubt das Erzeugen von Daten nahezu jeder beliebigen (Schein-)Genauigkeit. Daher sollen nachfolgend wesentliche Ursachen für die den Daten anhaftenden Unsicherheiten benannt werden.

Da für Vergleiche mit Tiden aus der Vergangenheit auf ältere Wasserstandsaufzeichnungen zurückgegriffen werden muß, werden auch die diesen anhaftenden Unsicherheiten mit einbezogen.

Wasserstandsmessungen sind (wie auch andere Messungen) mit zufälligen und systematischen Fehlern behaftet, die z. B. aus der Einmessung des Pegelnullpunktes, aus der Anordnung des Pegels und der gewählten Pegelkonstruktion herrühren. Besondere Ursache von Fehlern ist die Tatsache, daß bei

der Wasserstandsablesung aus einem bewegten auf einen ausgeglichenen Wasserspiegel geschlossen werden muß. Die DIN 4049-3 spricht vom Wasserstand als lotrechtem Abstand eines Punktes des Wasserspiegels über oder unter einem Bezugshorizont, sowie vom Pegel als Einrichtung zum Messen des Wasserstandes und von der Pegellatte, an der der Wasserstand abgelesen wird. Ferner wird der Schwimmer zur Erfassung des Wasserstandes genannt. Die DIN 4049-3 sagt aber nichts über die Art und Weise, wie die Messung durchgeführt werden soll und welche Fehler beim Messen des Wasserstandes auftreten. Die Beobachtung und das Ablesen des Wasserstandes an der Pegellatte stellt bereits einen Mittelwert über eine bestimmte Zeitspanne dar. Ebenso verhält es sich mit dem Schwimmer, welcher aufgrund seiner Größe als Mittelwertbildner wirkt. Mit dem Einsatz der Informationstechnologie vor Ort treten verstärkt Fragen der Mittelwertbildung durch mechanische Erfassungssysteme und der elektronisch unterstützten Mittelwertbildung sowie den damit verbundenen Unsicherheiten auf.

Bei der Registrierung des Wasserstandes unterscheiden sich die Verfahren unabhängig von der Meßeinrichtung selbst (z. B. Druckpegel, Schwimmerpegel) in der traditionell analogen und zunehmend digitalen Aufzeichnung.

Während die Einzeldaten, aus denen sich die Tidekurven zusammensetzen, die üblichen Meß- und Aufzeichnungsunsicherheiten aufweisen, werden Scheitelwerte durch Unsicherheiten aufgrund der Definition und deren Anwendung zusätzlich in ihrer Güte beeinträchtigt.

Die Scheitelwerte analoger Tidekurven wurden und werden zumeist visuell bestimmt, die der digitalen Tidekurven werden rechnergestützt ermittelt. Digitalisierte, also aus analogen Registrierungen gewonnene Tidekurven sind im Unterschied zu digitalen Tidekurven zusätzlich durch die Digitalisierung beeinflusst, die manuell oder halbautomatisch erfolgen kann.

Es ist zu beachten, daß Wasserstandsaufzeichnungen Punkte mit den Koordinaten der Höhe und der Zeit erzeugen und deshalb entsprechend mit zweidimensionalen Unsicherheiten behaftet sind.

In bezug auf den Parameter Zeit ist die analoge Registrierung ebenfalls mit zu berücksichtigenden Meßunsicherheiten behaftet. Die digitale Aufzeichnung ermöglicht hier, insbesonde-

re bei Nutzung einer Funkuhr, eine Datenqualität, die den an Wasserstandsaufzeichnungen gestellten Anforderungen vollständig genügt.

Aufgrund der den Wasserstandsmessungen, -aufzeichnungen und -auswertungen anhaftenden Unsicherheiten sind die Meßergebnisse stets nur in ganzzahligen Zentimeterwerten anzugeben.

Die Güte der den Berechnungen und statistischen Auswertungen zugrundeliegenden Meßdaten ist nur schwer zu beurteilen. Diese Schwierigkeit nimmt darüber hinaus mit der Länge der Datenreihen und der Zahl der Meßstellen zu. Vor diesem Hintergrund ist die Unsicherheit von Ergebnissen der Erfahrung nach zur Zeit mit mindestens

$$u_h = \pm 2 \text{ cm}$$

anzusetzen. Zeitangaben sind oft scheinwertbezogen. Ihre Unsicherheit ist relativ groß einzuschätzen:

$$u_t = \pm 5 \text{ min}$$

Die Angabe von  $u_t$  bezieht sich auf Datenreihen, die (auch) auf der Grundlage von analogen Tidekurven und deren Auswertung entstanden sind. Soweit die Daten nur digital aufgezeichnet und in der Regel automatisiert, d. h. standardisiert ausgewertet wurden, ist  $u_t$  deutlich kleiner als o. a. anzusetzen.

Soweit Berechnungen Veränderungen ergeben, die innerhalb der für  $u_h$  und  $u_t$  angegebenen Spannen liegen, sind sie als nicht signifikant zu bewerten, wenn nicht dargelegt werden kann, aufgrund welcher Umstände die den verwendeten Meßdaten anhaftenden Unsicherheiten kleinere als die vorgenannten Werte annehmen.

## 6. Zusammenfassung

Die vorliegende Empfehlung beschreibt verschiedene Methoden zur Auswertung von Tidekurven, die vom LAWA-Arbeitskreis „Küstenhydrologie“ zusammengetragen, vervollständigt und standardisiert worden sind. Dabei wurden Begriffe und Definitionen einheitlich verwendet. Besonderer Wert wurde auf die Darstellung von Möglichkeiten gelegt, die sich aus in jüngerer Zeit vorliegenden hochauflösenden Zeitreihen der Tidewasserstände ergeben.

Die zusammengetragenen und ausgewerteten Methoden stellen ein facettenreiches Spektrum dar, angefangen mit der einfachen Beschreibung der Tidekurve bis hin zur Gezeitenanalyse. Einhergehend mit diesem breiten Spektrum reicht der Umfang dazugehöriger mathematischer Beschreibungen und Erläuterungen von einfachen Gleichungen bis zur Fourieranalyse. Aus diesem Grund wurde auf mathematische Herleitungen und Formelsammlungen völlig verzichtet, um die Empfehlung überschaubar zu halten. Des weiteren wurde auf die Verwendung von anfallenden Nebenprodukten bei den verschiedenen Anwendungen verzichtet. Beide Darlegungen würden die gesamte Empfehlung einseitig bzw. kopflastig machen und das eigentliche Ziel der Empfehlung verfehlen.

Des weiteren wurde erstmalig die Problematik der Datenqualität und der Unsicherheiten bei der Wasserstandsmessung dargelegt. Dieser Komplex ist in der Fachwelt in der Vergangenheit nicht gerade erschöpfend behandelt worden und bedarf weiterer Untersuchungen. Die in diesen Empfehlungen genannten Unsicherheiten bei den Wasserstandsmessungen in Höhe und Zeit sind die bis dato bekannten Schätzungen, welche der LAWA-Arbeitskreis „Küstenhydrologie“ recherchiert hat und nach der gearbeitet wird. Sie lassen sich z. Z. nicht durch Literaturangaben belegen.

## 7. Literatur

- DIN 4049-1 Hydrologie, Grundbegriffe. Berlin, 1992.
- DIN 4049-3 Hydrologie, Begriffe zur quantitativen Hydrologie. Berlin, 1994.
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Hrsg.): Gezeitentafeln, Hamburg und Rostock, jährlich erscheinend.
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Hrsg.): Nautisches Jahrbuch, Hamburg und Rostock, jährlich erscheinend.
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.): Pegelvorschrift, Berlin/Bonn, 1995.
- LAWA AK „Küstenpegel“: Empfehlungen zum Schließen von Lücken in Wasserstandsganglinien des Tideaußengebietes, Berlin, 1998.
- Dyck, S.: Angewandte Hydrologie. Teil 1: Berechnung und Regelung des Durchflusses der Flüsse. Teil 2: Der Wasserhaushalt der Flußgebiete. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1980.
- Hensen, W.: Lehren für Wissenschaft und Praxis aus der Nordsee-Sturmflut am 16./17. Februar 1962. Vortragsreihe der Nds. Landesregierung zur Förderung der wiss. Forschung in Niedersachsen. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1963.
- Horn, W.: Über die Darstellung der Gezeiten als Funktion der Zeit. Dt. Schr. Hydrographie, Z. 1, Hamburg, 1948.
- Lüders, K.: Über die Genauigkeit verschiedener Verfahren zum Entwerfen der mittleren Tidekurve. Neues Archiv für Niedersachsen, Heft 19, 1951.
- Pansch, E.: Harmonische Analyse von Gezeiten- und Gezeitenstrombeobachtungen im DHI, Hamburg. Wiss. Techn. Berichte 1988-1, Deutsches Hydrographisches Institut (DHI), 1988.
- Schureman, P.: Manual of Harmonic Analysis and Prediction of Tides. US Dep. of Commerce, Coast and Geodetic Survey, Sp. Publ. No. 98, 1940.
- Siefert, W.: Fülligkeit von Sturmfluten. Pers. Mitteilung an H. Niemeyer. Hamburg, 1997.



**Hinweis  
auf weitere Veröffentlichungen  
der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser  
aus der Reihe „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“**

**Stand: 3/2001**

<b>Objekt/Bezeichnung</b>	<b>Preis (zzgl. Porto und Verpackung)</b>
Tagebaurestseen Anforderungen an die Wasserqualität	15,- DM ISBN 3-88961-234-2
Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland - Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer	45,- DM ISBN 3-88961-233-4
Einsatzmöglichkeiten des Biomonitorings zur Überwachung von Langzeit- Wirkungen in Gewässern; 2000	15,- DM ISBN 3-88961-227-x
Gewässerbewertung - stehende Gewässer Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien, Stand: 1998; 1999	15,- DM ISBN 3-88961-225-3
Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland Karten der Wasserbeschaffenheit 1987-1996; 1999	85,- DM ISBN 3-88961-210-5
Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland Schwebstoffuntersuchungen, Bestandsaufnahme Stand 1996; 1999	20,- DM ISBN 3-88961-226-1
Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundes- republik Deutschland - Chemische Gewässergüteklassifizierung; 1998	20,- DM ISBN 3-88961-224-5
Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Gewässer BAND I: Teil 1: Konzeption zur Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer vor gefährlichen Wasserinhaltsstoffen; Teil 2: Erprobung der Zielvorgaben von 28 gefährlichen Wasserinhaltsstoffen in Fließgewässern; 1997	10,- DM ISBN 3-88961-214-8
BAND II: Ableitung und Erprobung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Bin- nengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Queck- silber und Zink, Stand: 1997; 1997	10,- DM ISBN 3-88961-216-4
BAND III: Teil 1: Konzeption zur Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer vor gefährlichen Wasserinhaltsstoffen; Teil 2: Erprobung der Zielvorgaben für Wirkstoffe in Bioziden und Pflanzen- behandlungsmittel für trinkwasserrelevante oberirdische Binnengewässer; 1998	10,- DM ISBN 3-88961-215-6

<b>Objekt/Bezeichnung</b>	<b>Preis (zzgl. Porto und Verpackung)</b>
Recommendation on the Deployment of Continuous Biomonitoring for the Monitoring of Surface Waters, Englische Ausgabe; 1998	35,00 DM
Empfehlungen zum Schließen von Lücken in Wasserstandsganglinien des Tideaußengebietes, Stand: 1997; 1998	12,- DM ISBN 3-88961-219-9
Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken in der Bundesrepublik Deutschland mit mehr als 0,3 hm <sup>3</sup> Speicherraum, Stand: 1996; 1998	20,- DM ISBN 3-88961-218-0
Hauptströme der Flußgebiete Deutschlands Überwachung, Zustand und Entwicklung ihrer Beschaffenheit; 1997	17,50 DM ISBN 3-88961-213-X
Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland Empfehlungen für die regelmäßige Untersuchung der Beschaffenheit der Fließgewässer in den Ländern der BRD; LAWA-Untersuchungsprogramm; 1997	17,50 DM
Empfehlungen zum Einsatz von kontinuierlichen Biotestverfahren für die Gewässerüberwachung; 1996	20,- DM
Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland Biologische Gewässergütekarte 1995; 1996	30,- DM
Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland; Karten der Wasserbeschaffenheit 1982-1991; 1993	20,-DM

**Kostenpflichtige Schriften sind bei der Kulturbuch-Verlag GmbH erhältlich:  
Postanschrift: Sprosserweg 3, 12351 Berlin  
Telefon: 030/661 84 84, Fax: 030/661 78 28, E-Mail: kbvinfo@kulturbuch-verlag.de**

Die Beschaffenheit der großen Fließgewässer Deutschlands	kostenlos
Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz	kostenlos
deutsch	kostenlos
englisch	kostenlos
französisch	kostenlos
Hochwassergefahr Vorbeugen - Schäden vermeiden	kostenlos
Handlungsempfehlungen zur Erstellung von Hochwasser - Aktionsplänen	kostenlos
Wirksamkeit von Hochwasservorsorge und Hochwasserschutzmaßnahmen	kostenlos

**Kostenlose Schriften sind bei der LAWA-Geschäftsstelle des Vorsitzlandes erhältlich.**